

1

GENERATION DE BRUIT D'AGITATION CONFORME A UN HISTOGRAMME PREDETERMINE

5 L'invention concerne un procédé de génération d'un bruit d'agitation, un dispositif de génération d'un bruit d'agitation et du bruit d'agitation associé. Le bruit d'agitation ainsi généré comporte un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, et est conformé
10 autour d'au moins une fréquence quelconque.

La génération de bruit d'agitation (aussi appelé « dither ») à histogramme prédéterminé et conformé autour d'une ou plusieurs fréquences bien précises (dans une bande où se trouve le signal utile) est un élément important, notamment la génération de bruit d'agitation à
15 histogramme rigoureusement plat pour linéariser au mieux les caractéristiques des convertisseurs analogiques/numériques et numériques/analogiques. Ainsi, l'utilisation de dither permet de moyennner dans le temps les erreurs introduites par le convertisseur.

20 Pour ne pas laisser de traces lors de traitements ultérieurs (intégration sur des temps importants) il est impératif que ce « dither » se présente sous forme d'un vrai bruit (dont le niveau maximum sous le signal utile décroît avec la résolution, c'est à dire le temps d'intégration) et soit exempt de raies dont le niveau sous le signal utile ne dépend pas de
25 la résolution.

Une technique pour obtenir un tel dither est le filtrage d'un bruit blanc. Toutefois, le filtrage entraîne une distorsion de l'histogramme, ce qui limite l'aptitude du dither ainsi constitué à enlever les harmoniques de
30 rang faible. En outre il est important que le signal ainsi obtenu ne comporte pas de corrélation à grande distance (une corrélation à courte distance étant intrinsèquement liée à la conformation) car une telle corrélation amène un spectre avec raies limitant la dynamique des récepteurs et décodeurs et introduisant un signal parasite.

35

2

Une autre technique décrite par la demande de brevet FR n° 02 15066 consiste à compenser au niveau de l'histogramme la distorsion introduite par le filtrage du bruit blanc et d'itérer le processus. Cette technique permet de limiter la distorsion de l'histogramme sans
5 introduire de corrélation à grande distance.. Cependant, elle ne permet pas d'obtenir des conformations « dites » raides, c'est-à-dire proche de la fonction porte inverse en terme spectral. Et, cette technique du fait de la recherche de la compensation et de l'itération impose des coûts de calculs élevés.

10

La présente invention permet de palier ces inconvénients en proposant d'utiliser séquentiellement des sous-séquences de base de bruit de taille réduite d'histogramme donné et de spectre conformé de manière aléatoire et indépendante en faisant varier aléatoirement leurs
15 signes. Ainsi, en ne faisant pas une simple répétition de la sous-séquence, le spectre du bruit d'agitation obtenu a un niveau qui baisse avec la taille totale du signal ainsi généré et n'a pas de raies.

Un objet de l'invention est un procédé de génération d'un bruit
20 d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence comportant :

- la génération du bruit par une succession de plusieurs séquences de M.N points (M, N entiers ≥ 1),
- le choix pour chaque séquence de M sous-séquence(s) de manière
25 aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformée(s) autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1),
- le choix de manière aléatoire et indépendante, pour chaque
30 séquence, du signe appliqué à chacune des sous-séquences choisies.

Une deuxième variante de l'invention propose le procédé de génération de bruit d'agitation ci-dessus comportant le choix de manière

3

aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du sens de lecture temporelle de chacune des sous-séquence de base choisie.

Cette deuxième variante permet de garantir l'absence de raie dans
5 le cas d'une réponse antisymétrique et d'éviter la corrélation à long terme.

Une troisième variante de l'invention propose l'un des procédés de génération de bruit d'agitation ci-dessus comportant, en outre, pour chaque séquence, l'entrelacement des M sous-séquences choisies.

10

Cette troisième variante permet de focaliser sur le spectre selon un rapport $1/M$ et de le transposer autour d'une série de fréquences qui dépendent du nombre M de sous-séquences choisies et de la fréquence des sous-séquences de bases utilisées.

15

L'invention a également pour objet un dispositif de génération d'un bruit d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence quelconque mettant en œuvre le procédé ci-dessus, le dit dispositif
20 comportant :

- des moyens de fourniture (7) successive de plusieurs séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de M.N points (M, N entiers ≥ 1),
- des moyens de sélection (1), pour chaque séquence, de M sous-séquence(s) $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ de manière aléatoire et indépendante
25 parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformé autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1),
- des moyens de sélection (4), de manière aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du signe appliqué à chacune des sous-séquences choisies $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$.

30

Un autre objet de l'invention est un convertisseur numérique analogique comportant un dispositif de génération de bruit d'agitation ci-dessus.

4

L'invention concerne aussi un système de synthèse de fréquence comportant un dispositif de génération de bruit d'agitation ci-dessus.

Un objet de l'invention est, en outre, un modulateur sigma delta
5 comprenant un convertisseur analogique numérique sur la voie directe, un dispositif de génération de bruit d'agitation ci-dessus, un additionneur ajoutant le bruit d'agitation généré par le dispositif de génération de bruit d'agitation à l'entrée du convertisseur analogique numérique, et un convertisseur numérique analogique sur la voie retour.

10

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- 15 – Figure 1, un schéma de principe de la génération du bruit selon la deuxième variante de l'invention,
- Figure 2, un diagramme du principe de la génération du bruit selon la deuxième variante de l'invention,
- Figure 3, un schéma de principe de la génération du bruit
20 selon la troisième variante de l'invention,
- Figure 4, un diagramme du principe de la génération du bruit selon la troisième variante de l'invention,
- Figures 5a et b, des représentations spectrales des sous-séquences lors d'un exemple de production de sous-séquence de base, la Figure 5b représente la sous-séquence de base produite à
25 partir de la sous-séquence de départ représentée à la Figure 5a,
- Figure 6, un schéma bloc général d'un exemple de réalisation du dispositif de génération de bruit d'agitation selon la troisième variante de l'invention,
- 30 – Figures 7a, 7b, 7c, 7d, 7e, et 7f, des représentations spectrales des sous-séquences et séquences lors d'exemples de générations de dither selon la troisième variante de l'invention autour de la fréquence $f_{ech}/4$,

5

- les Figures 7a et 7b représentent deux sous-séquences de base distinctes conformées autour de la fréquence $f_{ech}/2$,
- la Figure 7c représente la séquence obtenue par entrelacement de la sous-séquence de base de la Figure 7a avec elle-même,
- la Figure 7d représente la séquence obtenue par entrelacement de la sous-séquence de base de la Figure 7b avec elle-même,
- les Figures 7e et 7f représentent deux séquences obtenues par entrelacement des sous-séquences de base des Figures 7a et 6b,
- Figures 8a, 8b, 8c, et 8d des représentations spectrales des sous-séquences et séquences lors d'exemples de générations de dither selon la troisième variante de l'invention autour des fréquences $f_{ech}/8$ et $3f_{ech}/8$,
- les Figures 8a et 8b représentent deux sous-séquences de base conformées autour de la fréquence $f_{ech}/4$,
- les Figures 8c et 8d représentent deux séquences obtenues par entrelacement des sous-séquences intermédiaires des Figures 8a et 8b, conformées, respectivement, autour de $3f_{ech}/8$, et autour de $f_{ech}/8$ et $3f_{ech}/8$.

La technique décrite permet de générer des 'dither' à histogramme prédéterminé conformés autour d'une fréquence quelconque et exempte de raies.

La figure 1 montre un organigramme représentant un exemple de mise en œuvre du procédé de génération d'un bruit d'agitation selon la deuxième variante de l'invention.

L'organigramme de la figure 1 montre les étapes mise en œuvre pour la génération d'une séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$, sachant que le bruit d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence quelconque, est

6

généralisé par génération successive de plusieurs séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $k \leq K$, avec K entier $\leq +\infty$, de $M.N$ points (M, N entiers ≥ 1).

Dans l'exemple présenté, une seule sous-séquence de base de N points $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ est sélectionnée parmi L sous-séquence(s) de base pour générer chaque séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $k \leq K$, lors de l'étape S2.

Les données en S1 générées par l'organigramme de la figure 1 forment donc une séquence de N points $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$. Après le choix de cette sous-séquence i de manière aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformée autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1), les données obtenues en S3 forment cette séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant la sous-séquence $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sélectionnée. Dans ce cas la fréquence prédéterminée est égale à la fréquence quelconque autour de laquelle le bruit d'agitation est conformé.

Lors de l'étape S4, est choisi, de manière aléatoire et indépendante, le signe s appliqué à la sous-séquence choisie $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$. Ainsi, les données obtenues en S5 forment la séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant la sous-séquence de base sélectionnée $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ à laquelle est appliqué le signe choisi s , $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s \cdot h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$.

Si, le procédé de génération de bruit d'agitation est arrêté à ce stade pour chaque séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$, il correspond à la première variante de l'invention. A ce stade, le spectre du bruit généré est exempt de raies.

Pour la deuxième variante de l'invention, lors d'une étape S6, le sens de lecture temporelle de la sous-séquence de base sélectionnée $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ est choisi de manière aléatoire et indépendante. Ainsi, les données S7 obtenues forment la séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant la sous-séquence de base sélectionnée $\{h_i(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ lue dans le sens choisie R : normal – ou inversé \leftrightarrow , et à laquelle est appliqué le signe choisi s ,

7

$\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s.h_l(n)\}_{1 \leq n \leq N}^{R_l}$. Donc, les données obtenues en S7_a lorsque le sens de lecture choisie est le sens normal sont $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s.\bar{h}_1(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s.h_l(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, et les données obtenues en S7_b lorsque le sens de lecture choisie est le sens inversé

5 $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s.\tilde{h}_1(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s.h_l(N-n)\}_{1 \leq n \leq N}$.

Le bruit d'agitation ainsi obtenu, comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'une fréquence est constitué par une succession de plusieurs séquences

10 $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N, k \leq K}$ de M.N points (M, N entiers ≥ 1), chaque séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ étant constituée par M sous-séquence(s) choisie(s) de manière aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformé autour de cette fréquence (L entier ≥ 1), et à

15 chacune desquelles a été appliqué un signe choisi de manière aléatoire et indépendante, et/ou chacune desquelles ayant été lue suivant un sens de lecture temporelle choisie de manière aléatoire et indépendante.

La figure 2 illustre ce principe de génération du bruit d'agitation selon la deuxième variante de l'invention dans le cas où L = 2. L'axe des

20 abscisses représente l'axe temporel, le segment k représentant la kième séquence du bruit d'agitation généré ; et l'axe des ordonnées représente la valeur du point de la séquence en terme de magnitude.

Le bruit d'agitation est constitué d'une suite de séquences de N

25 choisies parmi les deux sous séquences de base (la première étant représentée par des croix et la seconde par des cercles). Dans l'intervalle de temps $k-1N+n$ à $(k+2)N+n$ (avec $1 \leq n \leq N$), le bruit d'agitation est constitué par la (k-1)ème séquence correspondant à la deuxième sous-séquence de base avec un signe négatif, la kième séquence

30 correspondant à la première sous-séquence de base avec un signe positif et sans retournement, la (k+1)ème séquence correspondant à la première sous-séquence de base retournée et la (k+2)ème séquence correspondant à la deuxième sous-séquence de base négative retournée.

Dans, ce cas, il faut disposer au préalable de deux sous-séquences de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, chacune conformée autour de la fréquence de conformation du bruit. Soit $h_1(n)$ et $h_2(n)$ ces deux sous-séquences de base dont le nombre N de points (égal à une puissance de 2) doit être supérieur ou égal à 2^B (une puissance de 2 fois cette dimension minimale) où B est le nombre de bits sur lequel sont codés les points de ces deux sous-séquences de base. Une répétition simple de l'une ou l'autre de ces deux sous-séquences de base conduirait à un spectre sous forme de raies.

10

Pour éviter cela, le 'dither' ou bruit d'agitation est alors constitué d'une succession de K séquences de N points $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ obtenues aléatoirement et de façon indépendante à partir de l'une ou l'autre de ces deux sous-séquences de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$. Par ailleurs, d'une séquence à la suivante, le signe s et le retournement temporel R (ie. Le choix du sens de lecture) de la sous-séquence de base utilisée sont également choisis aléatoirement et de façon indépendante. On obtient ainsi, à partir de seulement deux sous-séquences de base, un ensemble de 8 séries de N points que l'on peut choisir aléatoirement de façon équiprobable.

20

Donc, de manière théorique, le bruit d'agitation peut être donné sous la forme :

$$h(kN+n) = \frac{1}{4} \left\{ (1+\sigma_k) [(1-p_k)h_1(n) + (1+p_k)h_2(n)] + (1-\sigma_k) [(1-p_k)h_1(N-n) + (1+p_k)h_2(N-n)] \right\} s_k$$

où $p_k = \pm 1$ suivant la séquence choisie, $s_k = \pm 1$ suivant le signe choisi, et $\sigma_k = \pm 1$ suivant le sens de lecture temporel choisi.

Les points représentés par des croix sur le diagramme de la figure 2 montrent ces différentes sélections (sous-séquence de base, signe, sens de lecture) pour les points de la $k^{\text{ième}}$ séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ composant le bruit d'agitation.

30

9

Le spectre du bruit d'agitation ainsi obtenu est
 $|H(f)|^2 = \frac{|H_1(f)|^2 + |H_2(f)|^2}{2T}$ en fonction des spectres respectifs des deux
 sous-séquences de base utilisée. . C'est un spectre continu exempt de
 raies, ce qui n'aurait pas été le cas si les séquences h_1 ou h_2 avaient été
 5 répétées de façon simple l'une ou l'autre.

Tant que le choix du signe reste aléatoire, le résultat reste inchangé
 qu'il y ait retournement ou non (i.e. inversion du sens de lecture ou non) et
 que l'on ait une séquence ($h_1=h_2$) ou plusieurs.

10

. Dans le cas où l'on ne changerait pas le signe des séquences,
 deux cas se présentent :

Si on conserve le choix entre deux séquences les variables p_l , p_k et
 15 $p_l p_k$ sont toutes centrées et équiprobables et ne participent pas au
 résultat ; d'où :

$$\Delta |H(f)|^2 = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{KT} \sum_{k \neq l} \left[\Re \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) + j \sigma_l \Im \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) \right] \left[\Re \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) - j \sigma_k \Im \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) \right] e^{-j2\pi(l-k)fT}$$

Si on ne conserve pas le choix entre deux séquences alors $p_k=1$ ou
 20 $p_k=-1$ de façon continue et, si h_l est la seule séquence retenue :

$$\Delta |H(f)|^2 = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{KT} \sum_{k \neq l} [\Re(H_l) + j \sigma_l \Im(H_l)] [\Re(H_l) - j \sigma_k \Im(H_l)] e^{-j2\pi(l-k)fT}$$

Ainsi, le cas où le choix des sous-séquences de base est possible
 ($L \neq 1$), sans choix du signe, montre qu'il y a absence de raies si les deux
 25 séquences de base sont opposées l'une de l'autre, cas qui est identique à
 celui où une seule séquence est utilisée avec choix du signe.

Si on conserve le retournement (i.e. le choix du sens de lecture) les
 variables σ_l , σ_k et $\sigma_l \sigma_k$ sont toutes centrées et équiprobables et ne
 30 participent donc pas au résultat ; il reste alors :

10

$$\Delta|H(f)|^2 = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{[\Re(H_i)]^2}{KT} \sum_{k \neq l} e^{-j2\pi(l-k)fT}$$

Si par contre on ne conserve pas le retournement σ_l et σ_k valent uniformément 1 ou -1 si bien que :

$$\Delta|H(f)|^2 = \left\{ \frac{-1}{T} + \frac{1}{T^2} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \delta\left(f - \frac{m}{T}\right) \right\} |H_i|^2$$

Donc, le cas où le choix aléatoire du sens de lecture est possible, sans choix du signe, montre que le choix du sens de lecture permet d'avoir une absence de raies pour des réponses antisymétriques dont le spectre est imaginaire pur.

En outre, le choix aléatoire du signe permet d'obtenir une densité spectrale de puissance exempte de raies.

Bien entendu, la formation d'une séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ peut être généralisée en sélectionnant non pas une seule sous-séquence de base mais plusieurs sous-séquences de base. La séquence $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sera alors constituer, par exemple, par concaténation de sous-séquences de bases choisies parmi les L sous-séquences de base, ou par entrelacement de m ($1 \leq m \leq M$) quelconque des M sous-séquences de base sélectionnées suivant un schéma donné.

La figure 3 montre un organigramme représentant un exemple de mise en œuvre du procédé de génération d'un bruit d'agitation selon la troisième variante de l'invention.

L'organigramme de la figure 3 montre les étapes mise en œuvre pour la génération d'une séquence $\{h(2kN+t)\}_{1 \leq t \leq 2N}$, sachant que le bruit d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence quelconque est générée par génération successive de plusieurs séquences $\{h(2kN+t)\}_{1 \leq t \leq 2N, k \leq K}$, avec K entier $\leq +\infty$, de $M.N$ points (M, N entiers ≥ 1).

11

Dans l'exemple présenté, deux sous-séquences de base de N points $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sont sélectionnées parmi L sous-séquence(s) de base pour générer chaque séquence $\{h(2kN+t)\}_{1 \leq t \leq 2N}$, $k \leq K$,
 5 lors de l'étape S2.

Les données S1 générées par l'organigramme de la figure 3 forment donc deux sous-séquences de N points $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$. Après le choix de ces sous-séquences l_1 et l_2 de manière aléatoire et
 10 indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformé autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1), les données obtenues S3 forment les sous-séquences $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant, respectivement les sous-séquences $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sélectionnées. Dans ce cas, la fréquence prédéterminée est
 15 égale au double de la fréquence quelconque autour de laquelle le bruit d'agitation est conformé.

Lors de l'étape S4, sont choisis, de manière aléatoire et indépendante, les signes s_1 et s_2 appliqués, respectivement aux sous-séquences choisies $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$. Ainsi, les données S5
 20 obtenues forment les sous-séquences $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant, respectivement les sous-séquences $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sélectionnées auxquelles sont appliquées, respectivement, les signes choisis s_1 et s_2 , $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_1 \cdot h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_2 \cdot h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$.

25

Lors d'une étape S6, les sens de lecture temporelle des sous-séquences $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sélectionnées sont choisis de manière aléatoire et indépendante. Ainsi, les données S7 obtenues forment les sous-séquences $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comportant, respectivement les
 30 sous-séquences $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sélectionnées lues, respectivement, dans les sens choisies R_1 et R_2 , et auxquelles sont appliquées, respectivement, les signes choisies s_1 et s_2 , $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_1 \cdot h_{11}(n)^{R_1}\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_2 \cdot h_{12}(n)^{R_2}\}_{1 \leq n \leq N}$.

12

Cette étape du choix du sens de lecture S7 est optionnelle comme le montre la figure 3 en suivant les flèches en pointillé après l'étape S5 jusqu'à l'étape S8 d'entrelacement.

5 Donc, à l'étape S8 d'entrelacement E sont reçues deux sous-séquences $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ correspondant aux données S5 issues de l'étape S4 de choix de signes ou aux données S7 issues de l'étape S6 de choix du sens de lecture.

10 Ces deux sous-séquences $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sont entrelacées suivant un schéma donné, par exemple en alternant un point de la première sous-séquence $\{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, et un point de la deuxième sous-séquence $\{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ comme dans l'exemple illustrée par la figure 3.

15 Les données S8 obtenues forment, alors, la séquence de bruit d'agitation en fonction de ces deux sous-séquences de la manière suivante :

$$\begin{aligned} &\{h(2kN+2n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_1 \cdot h_{l1}(n)^{R1}\}_{1 \leq n \leq N}, \\ 20 \quad &\text{et} \\ &\{h(2kN+2n-1)\}_{1 \leq n \leq N} = \{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_2 \cdot h_{l2}(n)^{R2}\}_{1 \leq n \leq N}. \end{aligned}$$

25 En généralisant ce schéma d'entrelacement à m sous-séquences de base ($1 \leq m \leq M$), le bruit d'agitation est donné par les équations suivantes:

$$\begin{aligned} &\{h(mkN+mn)\}_{1 \leq n \leq N} = \{h_{e1}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_1 \cdot h_{l1}(n)^{R1}\}_{1 \leq n \leq N}; \\ &\{h(mkN+mn-1)\}_{1 \leq n \leq N} = \{h_{e2}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_2 \cdot h_{l2}(n)^{R2}\}_{1 \leq n \leq N}; \\ &\dots \\ &\{h(mkN+mn-(m-1))\}_{1 \leq n \leq N} = \{h_{em}(n)\}_{1 \leq n \leq N} = \{s_m \cdot h_{lm}(n)^{Rm}\}_{1 \leq n \leq N}. \end{aligned}$$

30

La figure 4 illustre ce principe de génération du bruit d'agitation selon la troisième variante de l'invention dans le cas où $L = 2$.

13

La méthode décrite par la figure 3 est bien entendue applicable aux trois fréquences particulières $\pm f_{ech}/4$, $\pm f_{ech}/8$ et $\pm 3f_{ech}/8$ (modulo f_{ech}), où f_{ech} est la fréquence d'échantillonnage. Cependant, pour ces fréquences précises, il est possible, tout en restant dans le même esprit, de procéder

5 de façon un peu différente comme l'illustre la figure 3. Pour cela il faut disposer au préalable de deux sous-séquences de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, chacune conformée autour de $f_{ech}/2$ pour une conformation finale du bruit d'agitation à $\pm f_{ech}/4$ ou autour de $\pm f_{ech}/4$ pour une conformation finale simultanée du bruit d'agitation à $\pm f_{ech}/8$ et $\pm 3f_{ech}/8$.

10

Dans ce cas le 'dither' est alors constitué d'une succession de séries de $2N$ points définies par entrelacement de deux sous-séquences $\{h_{11}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, $\{h_{12}(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de N points choisies aléatoirement et de façon indépendante parmi ces deux sous-séquences de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et

15 $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, ainsi que pour chacune d'elles, le signe s_1 ou s_2 et le retournement temporel R_1 ou R_2 . Ainsi, à partir de seulement deux sous-séquences de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$, un ensemble de 64 séries de $2N$ points est obtenu dans lequel peut être choisie une séquence $\{h(2kN+t)\}_{1 \leq t \leq 2N}$ de $2N$ points de manière aléatoirement et équiprobable.

20 Par l'effet de l'entrelacement, le spectre de chacune de ces 64 séries est conformé autour de $\pm f_{ech}/4$ (modulo f_{ech}) ou simultanément autour de $\pm f_{ech}/8$ et $\pm 3f_{ech}/8$ (modulo f_{ech}) suivant que l'on est parti de sous-séquence de base $\{h_1(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ et $\{h_2(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ ayant un spectre conformé autour de $f_{ech}/2$ ou de $\pm f_{ech}/4$.

25

L'entrelacement de X sous-séquences permet de transposer les spectres (moyennant un facteur d'échelle égal à X) autour de la fréquence $\pm(f_0/X + kf_{ech}/X)$ où f_0 est la fréquence centrale des sous-séquences de base (pour $X = 2$, le spectre est transposé à la fréquence moitié). Si cette

30 'transposition' n'est pas recherchée, la même démarche s'applique en lisant des sous-séquences successivement, sans les entrelacer.

De manière théorique, le bruit d'agitation peut être donné sous la forme :

14

$$h(kN + 2n - 1) = \frac{1}{4} \left\{ (1 + \sigma'_k) [(1 - p'_k)h_1(n) + (1 + p'_k)h_2(n)] + (1 - \sigma'_k) [(1 - p'_k)h_1(N - n) + (1 + p'_k)h_2(N - n)] \right\} s'_k$$

$$h(kN + 2n) = \frac{1}{4} \left\{ (1 + \sigma''_k) [(1 - p''_k)h_1(n) + (1 + p''_k)h_2(n)] + (1 - \sigma''_k) [(1 - p''_k)h_1(N - n) + (1 + p''_k)h_2(N - n)] \right\} s''_k$$

où $p'_k = \pm 1$, $p''_k = \pm 1$ suivant la séquence choisie, $s'_k = \pm 1$, $s''_k = \pm 1$ suivant le signe choisi, et $\sigma'_k = \pm 1$, $\sigma''_k = \pm 1$ suivant le sens de lecture temporel choisi.

5 Le spectre du bruit d'agitation ainsi obtenu est

$$|H(f)|^2 = \frac{|H_1(f/2)|^2 + |H_2(f/2)|^2}{T}$$

. C'est un spectre continu exempt de raies, et de fréquence de conformation égale à la fréquence moitié des sous-séquences de base.

10 Les points représentés par des croix sur le diagramme de la figure 4 montre ces différentes sélections (sous-séquence de base, signe, sens de lecture) pour les points pairs de la $k^{\text{ième}}$ séquence $\{h(2kN + 2n)\}_{1 \leq n \leq N}$ composant le bruit d'agitation et les ronds pour les points impairs $\{h(2kN + 2n - 1)\}_{1 \leq n \leq N}$, dans le cas particulier de l'exemple de schéma

15 d'entrelacement illustré par la figure 3.

Les sous-séquences de base utilisées sont des sous-séquences de N points conformées autour d'une fréquence prédéterminée, et au moins à histogramme de forme prédéterminé. Ces sous-séquences de base sont

20 de tailles réduites (N points). De telles sous séquences de base pouvant être utilisées pour générer un dither avec un histogramme prédéterminé peuvent être obtenues selon le procédé du brevet FR n° 02 15066, permettant de s'approcher de bruit à histogramme plat. Les sous-séquences de base utilisées peuvent aussi être à histogramme

25 rigoureusement plat.

. La Figure 5b représente une sous-séquence de base ainsi obtenue à partir d'un bruit blanc représenté à la Figure 5a.

15

La figure 6 propose un exemple de réalisation du dispositif de génération de bruit d'agitation selon la troisième variante de l'invention.

Ce dispositif de génération d'un bruit d'agitation comporte des
5 moyens de sélection 1 de M sous-séquence(s) de manière aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformées autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1). Des moyens de stockage 3 de sous-séquence de base comportent ces L sous-séquence(s) de base. Les moyens de sélection de sous-séquence 1
10 communique à des moyens de lecture 2 la ou des sous-séquence(s) de base choisie(s) afin que ces moyens de lecture viennent les chercher dans les moyens de stockage 3.

Des moyens de sélection de signe 4 choisissent pour chacune des
15 sous-séquences sélectionnées de manière aléatoire et indépendante un signe qu'ils leur appliquent.

Dans le cas de la première variante de l'invention, les sous-séquences ainsi obtenues (choix de sous-séquence, signe) sont,
20 éventuellement, concaténées en des séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de M.N points, si $M \neq 1$, et fournies aux moyens de fournitures 7 qui fournissent successivement plusieurs séquences de M.N points (M, N entiers ≥ 1) constituant le bruit d'agitation.

25 Des moyens de sélection du sens de lecture temporelle de chacune des sous-séquence de base choisie 5 choisissent de retourner ou non temporellement les sous-séquences sélectionnées de manière aléatoire et indépendante.

30 Dans le cas de la deuxième variante de l'invention, les sous-séquences ainsi obtenues (choix de sous-séquence, signe et sens de lecture) sont, éventuellement, concaténées en des séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de M.N points, si $M \neq 1$, et fournies aux moyens de fournitures 7 qui fournissent successivement plusieurs séquences

16

$\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de M.N points (M, N entiers ≥ 1) constituant le bruit d'agitation.

Des moyens d'entrelacement 6 reçoivent, dans le cas de la
5 troisième variante de l'invention, plusieurs sous-séquence sélectionnée et les entrelacent suivant un ou plusieurs schéma(s) prédéterminé(s) toutes ensemble ou par bloc d'un nombre déterminé de sous-séquences. Éventuellement, certaines sous-séquences ne sont pas entrelacées et sont concaténées aux sous-séquences obtenues par entrelacement. La
10 séquence finale obtenue $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ est fournie aux moyens de fournitures 7 qui fournissent successivement plusieurs séquences pour constituer le bruit d'agitation h.

Le nombre d'itération par les moyens d'entrelacement dépend alors
15 de la fréquence de conformation des sous-séquence de base et de la fréquence de conformation désirée pour le bruit d'agitation.

Ainsi, lorsqu'une seule sous-séquence de base est utilisé, l'histogramme de la séquence obtenue est identique à celui de la sous-
20 séquence de base utilisée. Et, lorsque plusieurs sous-séquences de base sont utilisées, l'histogramme de la séquence obtenue est la moyenne des histogrammes des sous-séquences de base utilisées. La méthode de génération de bruit ainsi mise en œuvre respecte, donc, l'histogramme permettant ainsi d'obtenir un bruit avec un histogramme prédéterminé en
25 fonction du (ou des) histogramme(s) de la (ou des) sous-séquence(s) de base.

Les figures 7a, 7b, 7c, 7d, 7e et 7f propose un exemple où les sous-séquences de base sont conformées autour de la moitié de la
30 fréquence d'échantillonnage $f_{ech}/2$ et la fréquence de conformation désirée pour le bruit d'agitation est de $f_{ech}/4$.

Les Figures 7a et 7b représentent le spectre de deux sous-séquences de base distinctes conformées autour de la fréquence $f_{ech}/2$.

Par entrelacement de la sous-séquence de base de la Figure 7a avec elle-même, le spectre obtenu est celui représenté par la Figure 7c. Dans ce cas, pour un nombre de points de 2^{20} , le rapport signal à bruit est
5 de 77dB dans la bande de fréquence $f_{ech}/4 \pm 5\%$ avec une linéarité de 107dBc.

Par entrelacement de la sous-séquence de base de la Figure 7b avec elle-même, le spectre obtenu est celui représenté par la Figure 7d.
10 Dans ce cas, pour un nombre de points de 2^{20} , le rapport signal à bruit est de 78dB dans la bande de fréquence $f_{ech}/4 \pm 5\%$ avec une linéarité de 109dBc.

Par entrelacement des sous-séquences de base des Figures 7a et 7b, le spectre obtenu est celui représenté par les Figures 7e et 7f. Dans ce cas, pour un nombre de points de 2^{20} , le rapport signal à bruit est de 78dB dans la bande de fréquence $f_{ech}/4 \pm 5\%$ avec une linéarité de 109dBc, et une densité de bruit maximal de 120 dBc par point.

20 Les figures 8a, 8b, 8c, et 8d propose un exemple où les sous-séquences de base sont conformées autour du quart de la fréquence d'échantillonnage $f_{ech}/4$ et les fréquences centrales de conformation désirées pour le bruit d'agitation sont de $f_{ech}/8$.

25 Par entrelacement des sous-séquences obtenues des Figures 8a et 8b, le spectre obtenu est celui représenté par les Figures 8c et 8d. Ce spectre est conformé autour des fréquences $f_{ech}/8$ et $3f_{ech}/8$. Dans ce cas, pour un nombre de points de 2^{20} , le rapport signal à bruit est de 67dB dans la bande de fréquence $f_{ech}/8 \pm 5\%$ avec une linéarité de 93dBc.

30

Le procédé de génération de bruit d'agitation est ainsi relativement simple à mettre en œuvre et permet un calcul rapide de ce bruit d'agitation à partir de sous-séquence(s) de base de taille réduite mémorisée(s) équiprobable(s) et conformée(s) autour d'une fréquence donnée.

Ce procédé de génération de bruit d'agitation peut être utilisé pour linéariser leurs caractéristiques de dispositifs tels que des convertisseurs numériques analogiques ou analogiques numériques, par exemple.

5

Une autre utilisation de ce procédé de génération de bruit d'agitation peut aussi être la synthèse de fréquence (DDS, ie. Direct Digital Synthesis en anglais).

10

L'utilisation du procédé de génération de bruit à histogramme prédéterminé, notamment à histogramme rigoureusement plat, conformé autour d'une fréquence quelconque selon l'invention en amont du convertisseur analogique numérique de la voie directe d'un modulateur sigma delta permet de linéariser le convertisseur numérique analogique de

15

la voie retour du modulateur sigma delta. Un additionneur vient ajouter le bruit d'agitation généré par le dispositif de génération de bruit d'agitation à l'entrée du convertisseur analogique numérique. En outre, un autre effet de l'utilisation du procédé de génération de bruit à histogramme prédéterminé, notamment à histogramme rigoureusement plat, conformé

20

autour d'une fréquence quelconque selon l'invention peut être la stabilisation du modulateur sigma delta (en évitant l'effet de divergence).

REVENDEICATIONS

1. Procédé de génération d'un bruit d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence quelconque caractérisé en ce qu'il comporte :
- 5 - la génération du bruit par une succession de plusieurs séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de $M \cdot N$ points (M, N entiers ≥ 1),
- [S2] : le choix pour chaque séquence de M sous-séquence(s) de base $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ de manière aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformé autour
- 10 d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1),
- [S4] : le choix de manière aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du signe s appliqué à chacune des sous-séquences choisies.
- 15 2. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte [S6] : le choix de manière aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du sens de lecture temporelle R de chacune des sous-séquence de base choisie.
- 20 3. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que $M = 1$.
4. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon la revendication précédente caractérisé en ce que la fréquence prédéterminée de
- 25 conformation des sous-séquences de base est égale à la fréquence quelconque de conformation du bruit.
5. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comporte [S8] : pour chaque
- 30 séquence, l'entrelacement E de plusieurs sous-séquences.
6. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon la revendication précédente caractérisé en ce que les sous-séquences entrelacées sont

soit les M sous-séquences choisies $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ parmi L sous-séquences de base, soit les une partie des M sous-séquences choisies $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ parmi L sous-séquences de base, soit de plusieurs sous-séquences obtenues par entrelacement de plusieurs sous-séquences de base $\{h_l(n)\}_{1 \leq n \leq N}$.

7. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une des revendication 5 ou 6 caractérisé en ce que $M = L$.
8. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une des revendications 5 à 7 caractérisé en ce que la fréquence prédéterminée de conformation des sous-séquences de base est égale au double d'au moins l'une des fréquences quelconques de conformation du bruit.
9. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le choix d'une sous-séquence de base $\{h_l(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ entraîne la lecture de cette sous-séquence de base dans des moyens de stockage.
10. Procédé de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les sous-séquences de base $\{h_l(n)\}_{1 \leq n \leq N}$ sont des signaux équiprobable conformé autour d'une fréquence prédéterminée.
11. Dispositif de génération d'un bruit d'agitation comportant un nombre quelconque de points, à histogramme prédéterminé, conformé autour d'au moins une fréquence quelconque mettant en œuvre le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 10 caractérisé en ce qu'il comporte :
 - des moyens de fourniture (7) successive de plusieurs séquences $\{h(kN+n)\}_{1 \leq n \leq N}$ de $M.N$ points (M, N entiers ≥ 1),
 - des moyens de sélection (1), pour chaque séquence, de M sous-séquence(s) $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ de manière aléatoire et indépendante parmi au moins L sous-séquence(s) de base de N points conformé autour d'une fréquence prédéterminée (L entier ≥ 1),

21

- des moyens de sélection (4), de manière aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du signe appliqué à chacune des sous-séquences choisies $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$.
- 5 12. Dispositif de génération d'un bruit d'agitation selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de sélection (5), de manière aléatoire et indépendante, pour chaque séquence, du sens de lecture temporelle de chacune des sous-séquence de base choisie.
- 10 13. Dispositif de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'entrelacement (6) des M sous-séquences choisies, pour chaque séquence.
- 15 14. Dispositif de génération d'un bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 11 à 13 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de stockage (3) de sous-séquence de base et des moyens de lecture (2) de la sous-séquence de base choisie $\{h_{lm}(n)\}_{1 \leq n \leq N, m \leq M}$ dans les moyens de stockage (3).
- 20 15. Convertisseur numérique analogique comportant un dispositif de génération de bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 11 à 14.
- 25 16. Système de synthèse de fréquence comportant un dispositif de génération de bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 11 à 14.
- 30 17. Modulateur sigma delta comprenant un convertisseur analogique numérique sur la voie directe, un dispositif de génération de bruit d'agitation selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, un additionneur ajoutant le bruit d'agitation généré par le dispositif de génération de bruit d'agitation à l'entrée du convertisseur analogique numérique, et un convertisseur numérique analogique sur la voie retour.

1/6

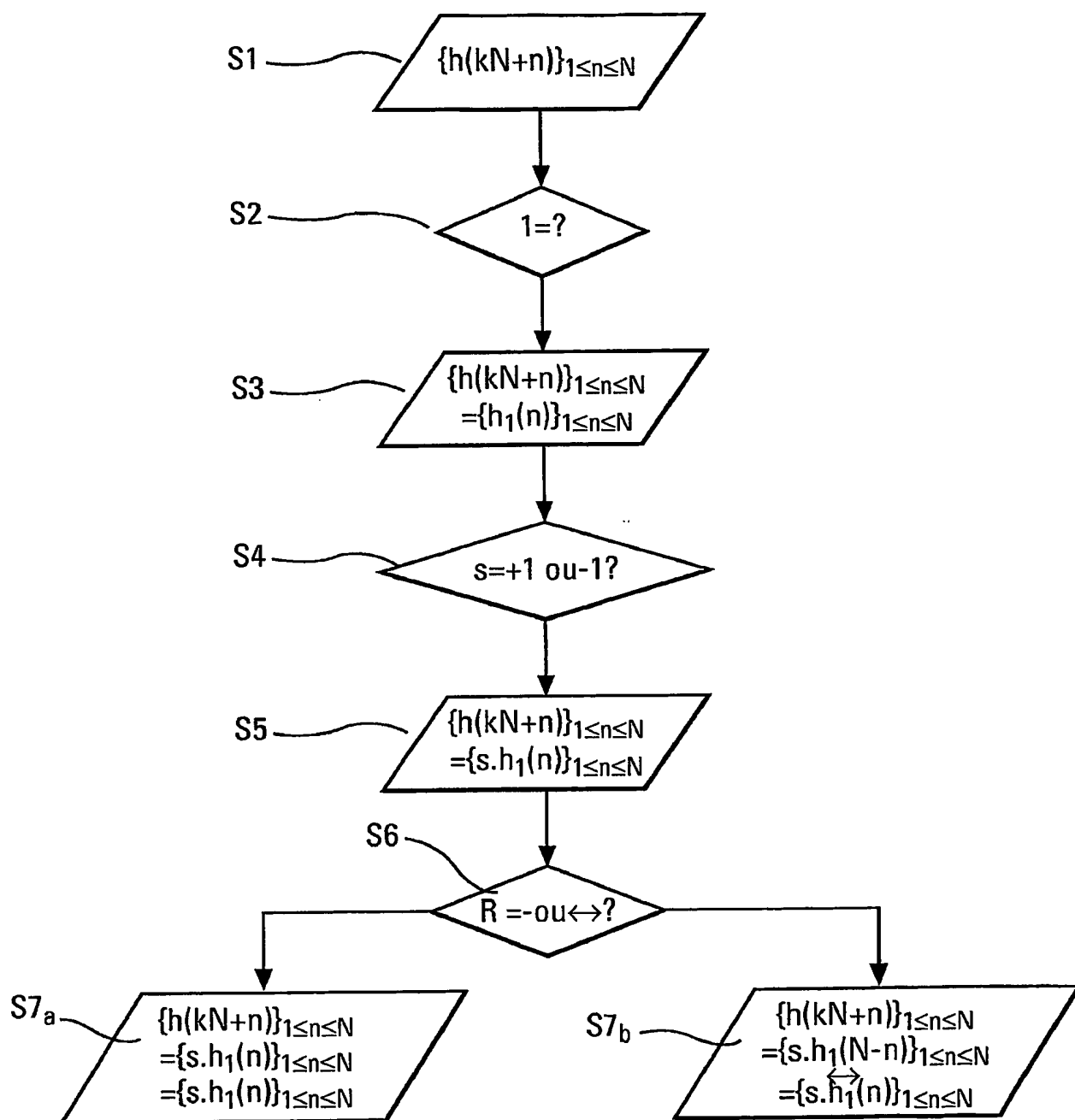


Fig. 1

2/6

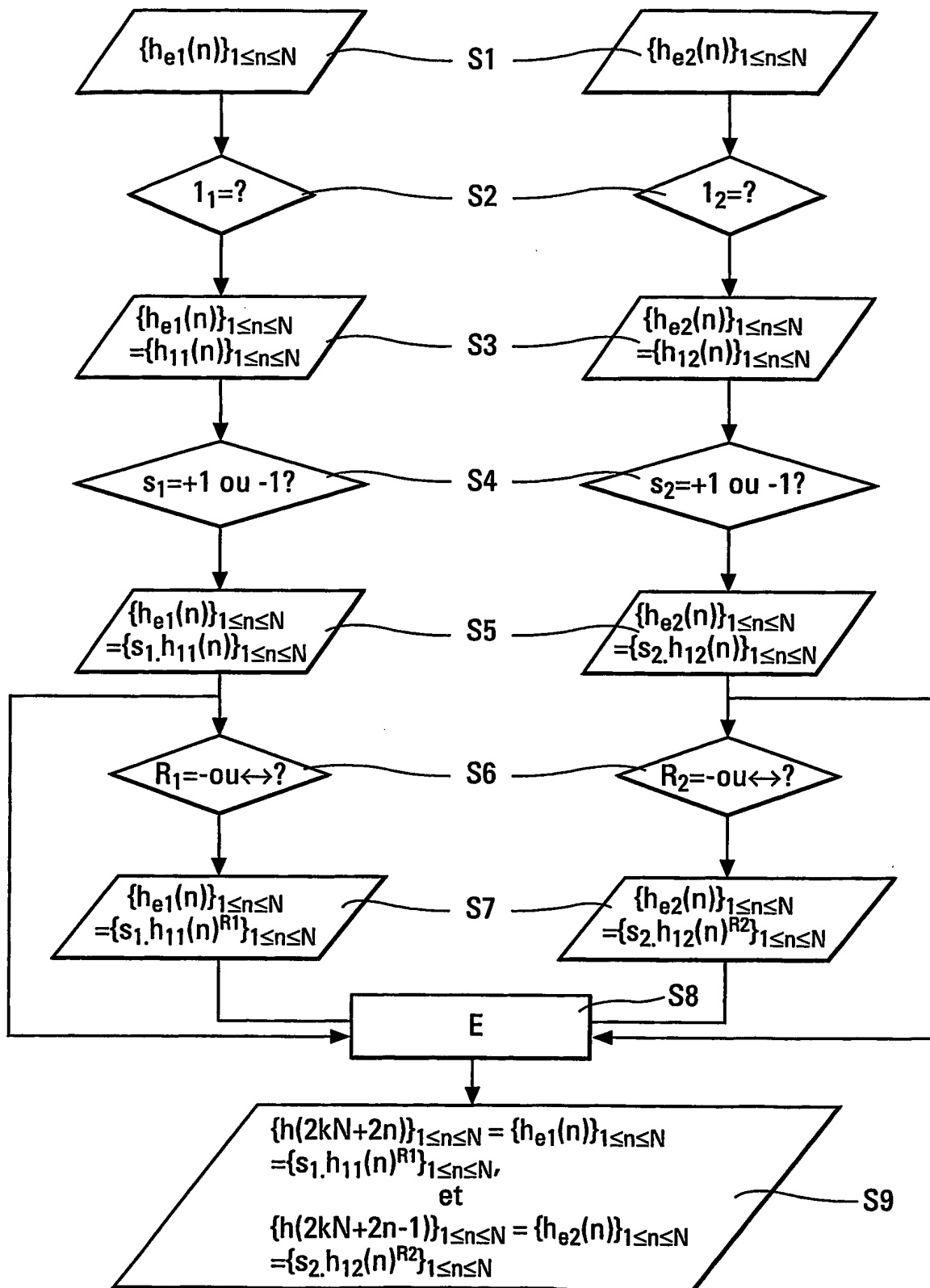


Fig. 3

3/6

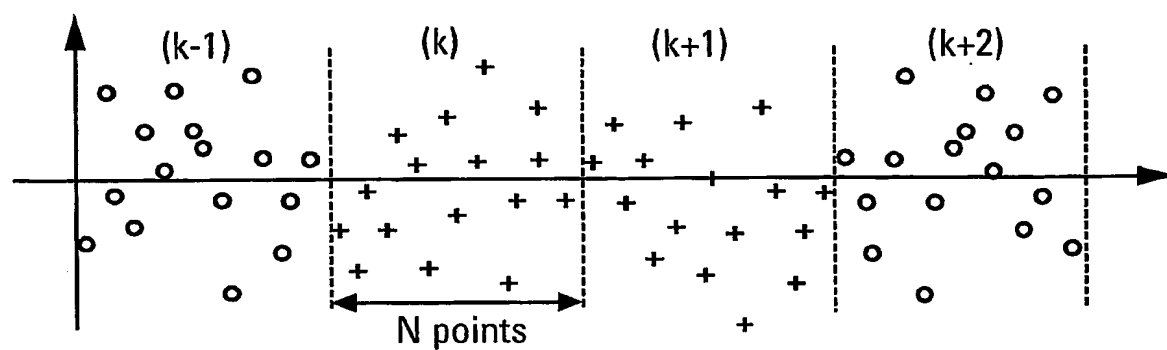


Fig. 2

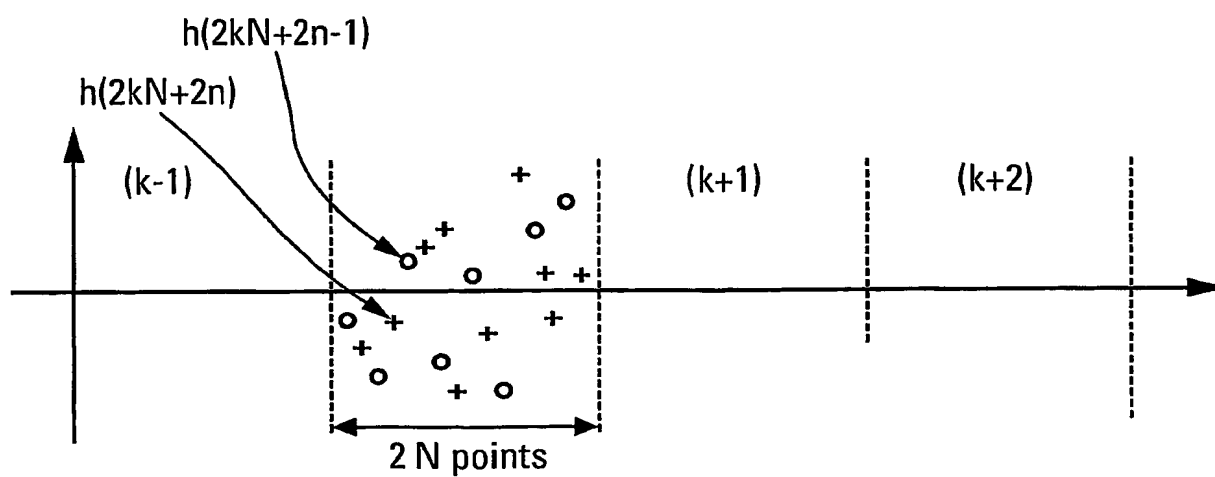


Fig. 4

4/6

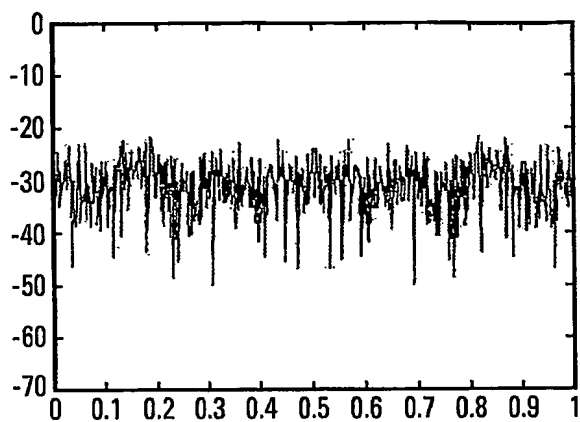


Fig. 5a

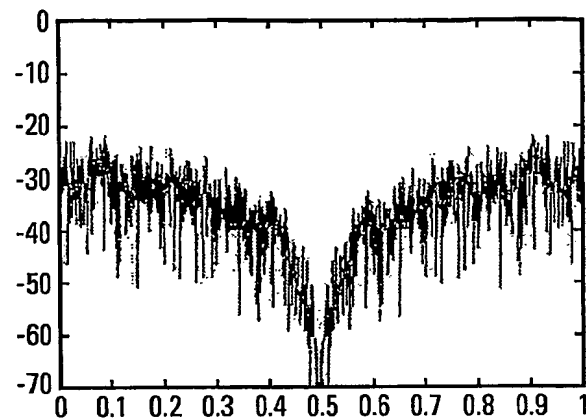


Fig. 5b

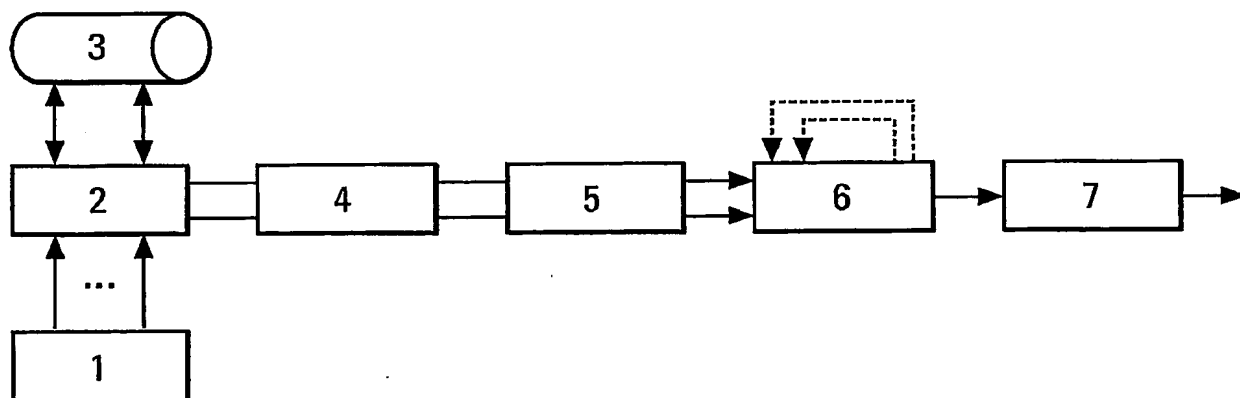


Fig. 6

5/6

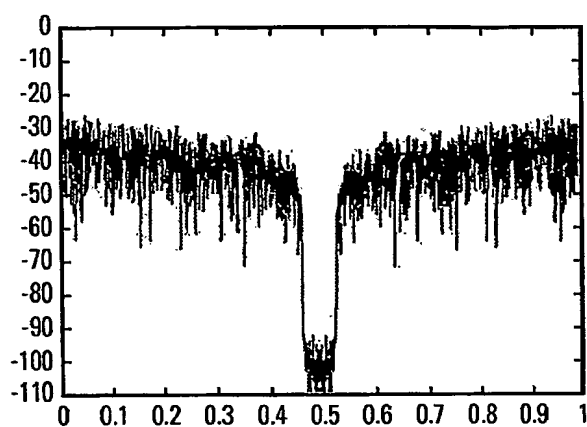


Fig. 7a

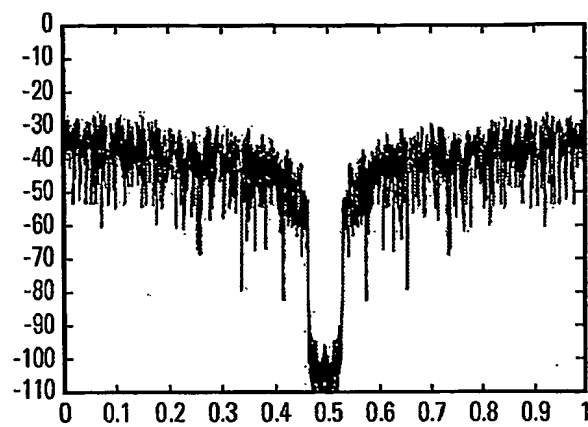


Fig. 7b

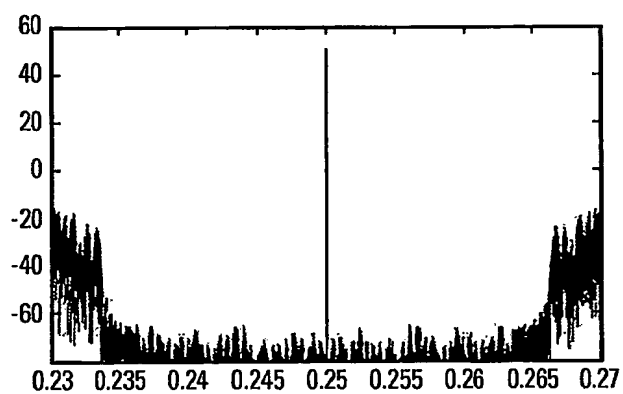


Fig. 7c

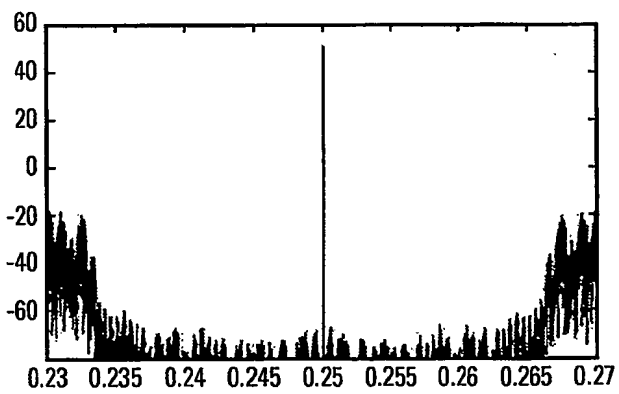


Fig. 7d

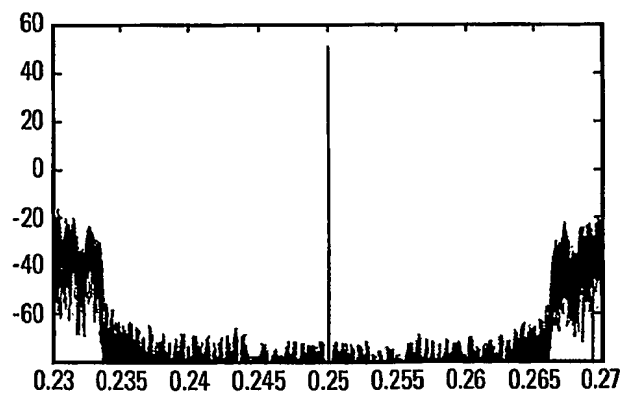


Fig. 7e

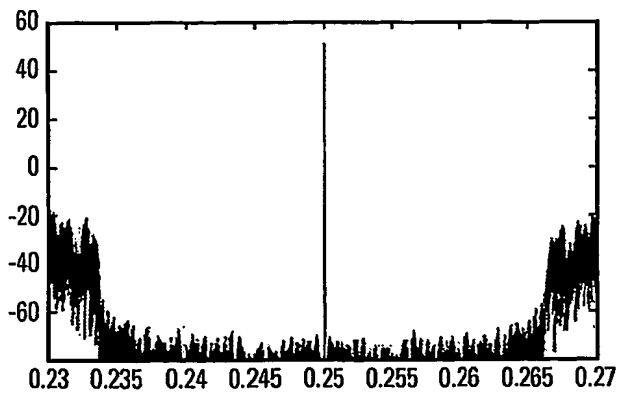


Fig. 7f

6/6

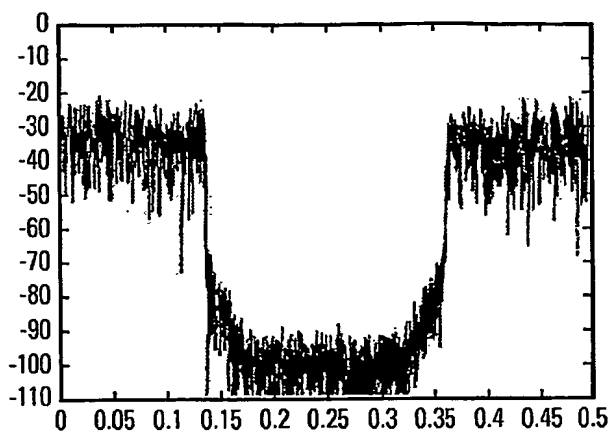


Fig. 8a

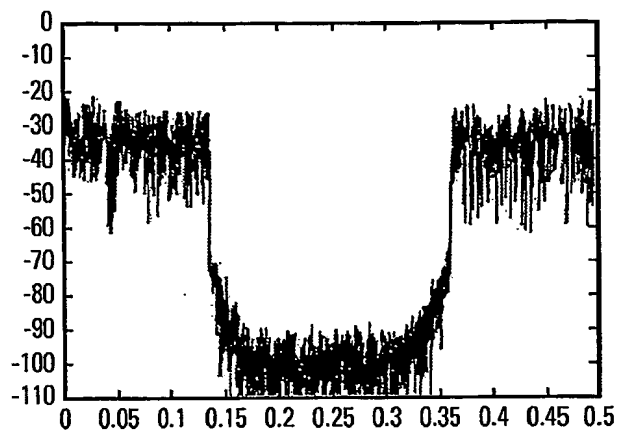


Fig. 8b

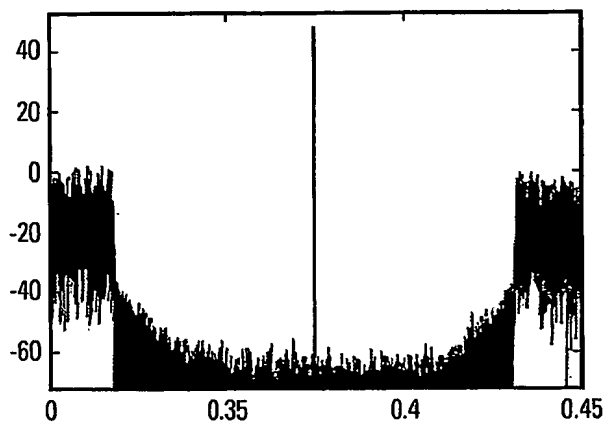


Fig. 8c

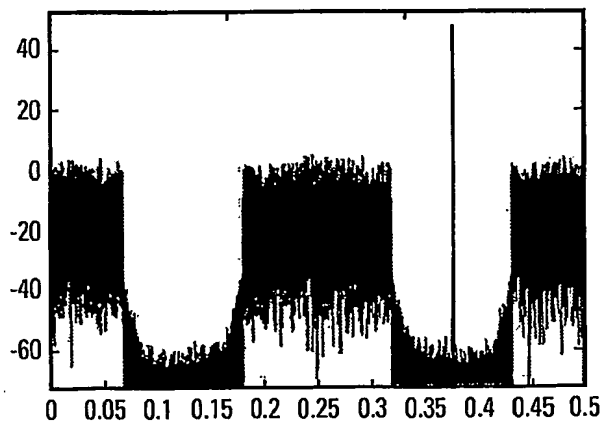


Fig. 8d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06F7/58 G06F1/035
//G06F101/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03M G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHU P L: "FAST GAUSSIAN NOISE GENERATOR" IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 37, no. 10, 1 October 1989 (1989-10-01), pages 1593-1597, XP000070438 ISSN: 0096-3518 figure 2	1,3,4, 9-11, 14-17
A	US 5 105 376 A (PEDRON PIERRICK) 14 April 1992 (1992-04-14) abstract ----- -/--	2,12



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2004

Date of mailing of the international search report

04/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verhoof, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052368

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	L'ECUYER P ET AL INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "ABOUT POLYNOMIAL-TIME UNPREDICTABLE GENERATORS" PROCEEDINGS OF THE WINTER SIMULATION CONFERENCE. WASHINGTON, DEC. 4 - 6, 1989, NEW YORK, IEEE, US, 4 December 1989 (1989-12-04), pages 467-476, XP000207454 page 472, right-hand column, line 11 - line 16	2,12
A	US 5 497 154 A (KOMAMURA MITSUYA) 5 March 1996 (1996-03-05)	
A	FR 2 783 374 A (THOMSON CSF) 17 March 2000 (2000-03-17)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052368

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5105376	A	14-04-1992	NONE	
US 5497154	A	05-03-1996	JP JP	3396512 B2 7073587 A
FR 2783374	A	17-03-2000	FR CA EP WO JP US	2783374 A1 2342717 A1 1110135 A1 0016181 A1 2002525893 T 6337643 B1
				14-04-2003 17-03-1995 17-03-2000 23-03-2000 27-06-2001 23-03-2000 13-08-2002 08-01-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/EP2004/052368

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G06F7/58 G06F1/035
//G06F101/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H03M G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CHU P L: "FAST GAUSSIAN NOISE GENERATOR" IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 37, no. 10, 1 octobre 1989 (1989-10-01), pages 1593-1597, XP000070438 ISSN: 0096-3518 figure 2	1,3,4, 9-11, 14-17
A	US 5 105 376 A (PEDRON PIERRICK) 14 avril 1992 (1992-04-14) abrégé	2,12



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 décembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/01/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Verhoof, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/EP2004/052368

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>L'ECUYER P ET AL INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "ABOUT POLYNOMIAL-TIME UNPREDICTABLE GENERATORS" PROCEEDINGS OF THE WINTER SIMULATION CONFERENCE. WASHINGTON, DEC. 4 - 6, 1989, NEW YORK, IEEE, US, 4 décembre 1989 (1989-12-04), pages 467-476, XP000207454 page 472, colonne de droite, ligne 11 - ligne 16</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	2,12
A	<p>US 5 497 154 A (KOMAMURA MITSUYA) 5 mars 1996 (1996-03-05)</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	
A	<p>FR 2 783 374 A (THOMSON CSF) 17 mars 2000 (2000-03-17)</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. de Internationale No

PCT/EP2004/052368

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5105376	A	14-04-1992	AUCUN	
US 5497154	A	05-03-1996	JP 3396512 B2	14-04-2003
			JP 7073587 A	17-03-1995
FR 2783374	A	17-03-2000	FR 2783374 A1	17-03-2000
			CA 2342717 A1	23-03-2000
			EP 1110135 A1	27-06-2001
			WO 0016181 A1	23-03-2000
			JP 2002525893 T	13-08-2002
			US 6337643 B1	08-01-2002